

PAT-NO: JP363212298A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63212298 A

TITLE: PIEZOELECTRIC TRANSDUCER

PUBN-DATE: September 5, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YASUI, KATSUAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

APPL-NO: JP62045645

APPL-DATE: February 27, 1987

INT-CL (IPC): H04R003/00, H04R003/00

US-CL-CURRENT: 381/190

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a piezoelectric transducer high in a sensitivity in a low frequency, flat in a frequency characteristic and good in a response characteristic by connecting a parallel circuit consisting of a load resistance and a coil between both the ends of a piezoelectric element.

CONSTITUTION: The parallel circuit consisting of the load resistance 8 and the coil 11 is connected between both the electrodes of the piezoelectric element 1 and the output thereof is connected to an output terminal 10 through an amplifier 9. An LC circuit is constituted of an electrostatic capacity of the piezoelectric element 1 and the coil 11 and the impedance of this LC

circuit is extremely high, so that even if the value of the load resistance 8 is high, an electric charge produced according to the deflection of the piezoelectric element 1 entirely passes the load resistance 8. Accordingly, a power consumption in the load resistance 8 is high and a strong damping is applied to a mechanical oscillating system. Thereby, the piezoelectric transducer short in a response time, flat in the frequency characteristic and having a stable performance can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭63-212298

⑤Int.Cl.<sup>1</sup>

H 04 R 3/00

識別記号

3 2 0

3 3 0

府内整理番号

8524-5D

6824-5D

④公開 昭和63年(1988)9月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑤発明の名称 圧電型変換器

⑥特 願 昭62-45645

⑦出 願 昭62(1987)2月27日

⑧発明者 安井 克明 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
中央研究所内

⑨出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑩代理人 弁理士 大岩 増雄 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

圧電型変換器

## 2. 特許請求の範囲

(1) 機械的な力を電気信号に変換する圧電型変換器において、圧電素子と、圧電素子の両電極間に接続された負荷抵抗とコイルの並列回路を備えたことを特徴とする圧電型変換器。

(2) 圧電素子が持つ静電容量と前記コイルで構成されるLC回路の反共振周波数を、圧電素子及びその他の部材で構成される振動系の機械的共振周波数またはそれよりやや低い周波数に設定したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の圧電型変換器。

(3) 圧電素子が持つ静電容量と前記コイルで構成されるLC回路の反共振周波数を、使用される特定の加振力の中心周波数と一致させたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の圧電型変換器。

(4) コイルのインダクタンスを可変としたことを特徴とする特許請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載の圧電型変換器。

れかに記載の圧電型変換器。

(5) 前記並列回路と並列にコンデンサまたは可変コンデンサを付設したことを特徴とする特許請求の範囲第1項～第4項のいずれかに記載の圧電型変換器。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

この発明は圧電素子を用い、圧力等の機械的な力を電気信号に変換する圧電型変換器に関するものである。

## 〔従来の技術〕

第7図は従来の圧電型変換器の断面図を示し、1は円板状のバイモルフ型圧電素子、2は圧電素子1を同心的に支持する円筒状の支持台、3は圧電素子1の中央に接着されたコーン、4は圧電素子1とコーン3を結合する結合棒、5は端子、6は圧電素子1と端子5を接続するリード線、7はケースである。

又、第8図は上記した圧電型変換器を用いた受信回路の入力部の一例を示し、8は負荷抵抗、9

はアンプ、10は出力端子である。

次に、上記した従来の圧電型変換器の動作について説明する。第7図において、音波が上方から入射すると、コーン3は音圧を受けコーン3に接続された圧電素子1をたわませる。このたわみにより、圧電素子1にたわみ量に比例した電荷が生じる。その電荷の一部は第8図の負荷抵抗8を流れ、また他の一部は圧電素子1が持つ静電容量Ceに蓄えられる。アンプ9は入力インピーダンスを極めて大きくしてあるので、ほとんど電流が流れない。そして、負荷抵抗8の両端に生じる電圧をアンプ9で増幅することにより電圧出力を得る。

負荷抵抗8で消費される電力は機械的振動エネルギーを散逸させるので制動効果を生じるが、一般に負荷抵抗8は感度を上げるために極めて大きな値を持たせており、たわみによつて生じた電荷は負荷抵抗8にはほとんど流れず、静電容量を持つ圧電素子1に蓄えられる。従つて、負荷抵抗8による制動効果は小さい。又、負荷抵抗8を小さくすると、負荷抵抗8に流れる電流は圧電素子1

答時間が短く、周波数特性が平坦であり、かつ低成本で安定した性能を持つ圧電型変換器を得ることを目的とする。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

この発明に係る圧電型変換器は、圧電素子の両端間に負荷抵抗とコイルの並列回路を接続したものである。

#### 〔作用〕

この発明においては、圧電素子が持つ静電容量とコイルによりLC回路を構成しており、このLC回路のインピーダンスが極めて大きいので負荷抵抗の値を大きくしても、圧電素子のたわみによつて生じた電荷は全て負荷抵抗を流れる。従つて、負荷抵抗での電力消費が大きくなり、機械的振動系に強い制動がかかる。

#### 〔実施例〕

以下、この発明の実施例を図面とともに説明する。第1図はこの実施例による圧電型変換器の電気回路部分を示し、圧電素子1の両電極間に負荷抵抗8とコイル11の並列回路を接続し、その出

内に蓄えられる電荷に比べて大きくなるが、電流値が一定であれば消費電力は抵抗値に比例して小さくなるので大きな制動効果は得られない。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

従来の圧電型変換器は以上のように構成されており、圧電素子1を含む機械的振動系に対する制動がきき難く、従つて感度の周波数特性は鋭いピークを持つたものとなり、また同じ理由により、バースト波を入力した場合の立上り、立下り時間が長いこと、加振力の周波数変化に対する追従性が悪いことなどの問題点があつた。

第9図は他の従来例(例えは特開昭58-66499号公報)を示し、圧電素子1の両側にマツテング層12および制動材13を取付けており、このように圧電素子1に制動材13を取付けることにより機械的に振動系に制動をかけるようしているが、加工コスト、性能のバラツキ等の問題があつた。

この発明は上記のような問題点を解決するためになされたものであり、加振力の変化に対する応

力はアンプ9を介して出力端子10に接続する。この場合の機械的振動部の実測した定数は、等価質量M: 0.0950 g、等価ペネ定数K:  $5.77 \times 10^8$  dyn/cm、等価機械抵抗R: 800 dyn·S/cmであつた。

以上の定数から計算すると、機械的振動部のみでの共振周波数Foは39.2KHzとなる。圧電素子1の静電容量Ceは1650PFであつたので、この静電容量Ceとコイル11のインダクタンスLeで構成されるLC回路の反共振周波数が機械的振動部の共振周波数Foと一致するように、コイル11のインダクタンスLeを10.0mHとした。又、負荷抵抗8の抵抗値Reは4KΩとした。

圧電型変換器は機械系と電気系をカツプリングしたものであるので、動作の説明には第2図に示すような機械素子を電気素子に置き換えた等価回路を用いる。第2図において、Lm, Cm, Rmはそれぞれ機械的振動系の等価質量M、等価ペネ定数K、等価機械抵抗Rに対応するもので、この実施例では次のようになる。

$$Lm = 1.23 \text{ M} = 0.117 \text{ (H)}$$

$$C_m = \frac{1}{1.23} \cdot \frac{1}{K} = 1.41 \times 10^{-10} (F)$$

$$R_m = 1.23 R = 984 (\Omega)$$

又、Vは音圧等の加振力Fに対応し、F=1dynのときV=3.52×10<sup>-4</sup>(V)である。又、圧電素子1のたわみによつて発生する電荷Qはたわみ量xに比例し、x=1cmのときQ=2.86×10<sup>-4</sup>Coulonである。

この実施例による圧電型変換器の機械的部分は第7図と同様であり、上方から音波が入射されるとコーン3は音波による加振力を受け、コーン3に接続された圧電素子1をたわませる。このたわみにより、圧電素子1にたわみ量xに比例した電荷Qが発生する。

第2図の等価回路において、加振力Fに対応する電圧Vがかかると、電流I<sub>0</sub>が流れれる。電流I<sub>0</sub>は機械系では振動系の速度uに対応し、u=1cm/sのときI<sub>0</sub>=2.86×10<sup>-4</sup>Aである。このとき、C<sub>e</sub>、L<sub>e</sub>、R<sub>e</sub>に流れれる電流をI<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、I<sub>3</sub>とすると、アンプ9の入力インピーダンスは非常に大きいのでアンプ9にはほとんど電流が流れず、I<sub>0</sub>=I<sub>1</sub>+I<sub>2</sub>+I<sub>3</sub>となる。

第5図は第2図の等価回路においてL<sub>e</sub>が無い場合に機械系の共振周波数f<sub>0</sub>=39.2KHzを持つ加振力Fで定常になるまで加振した後、t≥0で加振力を0にした場合の出力電圧Eの減衰状態をシミュレーションした結果を示す線図であり、上段は加振力F、中段はたわみ量x、下段は出力電圧Eを表わす。尚、それぞれの値は定常状態におけるそれぞれの理論的最大値であり、無次元化してある。

第6図は、第2図の等価回路においてL<sub>e</sub>を挿入した場合の同様をシミュレーション結果を示す線図である。第5図に示したL<sub>e</sub>が無い場合に比べて減衰が極めて早く、応答性が良いことが判る。

尚、上記実施例では、LC回路の反共振周波数を機械系のみの場合の共振周波数と合せたが、負荷抵抗Rにより強い制動がかからると系全体の共振周波数は低下するため、LC回路の反共振周波数を機械系のみの場合の共振周波数よりやや低目に設定しても良い。又、加振力の中心周波数が機械系の共振周波数からはずれている場合は、LC回

I<sub>1</sub>となる。加振力の周波数がC<sub>e</sub>とL<sub>e</sub>で構成されるLC回路の反共振周波数と一致しているときにはI<sub>1</sub>=-I<sub>2</sub>となり、LC回路のインピーダンスは無限大となる。従つて、I<sub>0</sub>=I<sub>3</sub>となる。これはC<sub>e</sub>、L<sub>e</sub>が無い場合と同じであり、第2図の等価回路は第3図のように書き直すことができる。第3図に示すように、電流I<sub>0</sub>の周波数がLC回路の反共振周波数と一致している場合は、負荷抵抗R<sub>e</sub>が等価機械抵抗R<sub>m</sub>と直列に入る形となる。従つて、機械的振動系に対する制動を強くすることができる。又、加振力の周波数がLC回路の反共振周波数から多少はずれた場合にもコイル11はLC回路のインピーダンスを上げる方向に働くため、負荷抵抗R<sub>e</sub>による制動効果を得ることができる。

第4図は、第2図に示す等価回路においてL<sub>e</sub>を入れた場合と入れない場合の感度|V|/|E|の周波数特性の計算結果を示す線図である。L<sub>e</sub>を入れない場合に比べてL<sub>e</sub>を入れた場合は反共振周波数より低い周波数で感度が上がりつており、周波数特性が平坦になつてていることが判る。

路の反共振周波数が加振力の中心周波数になるようなコイルを用いても良い。その場合は加振力の周波数に対しては応答性が良くなる。又、LC回路の反共振周波数を調整するためにコイル11を可変インダクタンスのものにしてもよい。又、同じ目的でコイル11と並列にコンデンサ又は可変コンデンサを挿入しても良い。

#### 〔発明の効果〕

以上のようにこの発明によれば、圧電素子の両端間に負荷抵抗とコイルの並列回路を接続しており、圧電素子が持つ静電容量とコイルで構成されるLC回路のインピーダンスが大きくなり、圧電素子のたわみによつて生じた電荷はほとんど負荷抵抗に流れ、負荷抵抗による制動効果が大きくなる。従つて、低周波数での感度が高く、周波数特性が平坦で応答性の良い圧電型変換器が得られる。又、機械的な制動材を用いる場合に比べて安定した性能で安価な圧電型変換器が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明による圧電型変換器の電気回

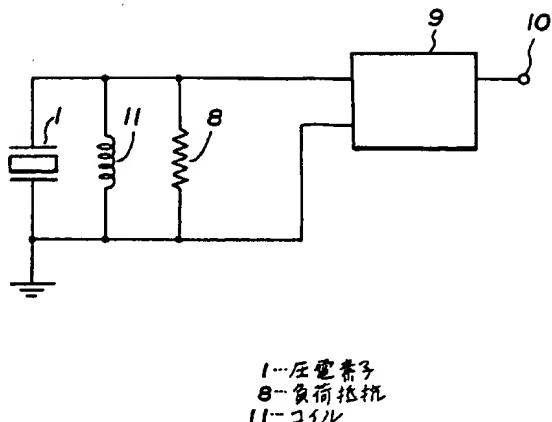
路図、第2図はこの発明による圧電型変換器の機械的振動部分と電気回路部分をカツプリングした等価回路図、第3図はこの発明による圧電型変換器の加振力の周波数が圧電素子が持つ静電容量とコイルで成されたLC回路の反共振周波数と一致した場合の等価回路図、第4図はこの発明および従来の圧電型変換器の感度を示す特性図、第5図は従来の圧電型変換器の過度応答のシミュレーション結果を示す線図、第6図はこの発明による圧電型変換器の過度応答のシミュレーション結果を示す線図、第7図は従来およびこの発明による圧電型変換器の機械的部分を示す断面図、第8図は従来の圧電型変換器の電気回路図、第9図は従来の他の圧電型変換器の斜視図である。

1…圧電素子、8…負荷抵抗、11…コイル。

尚、図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

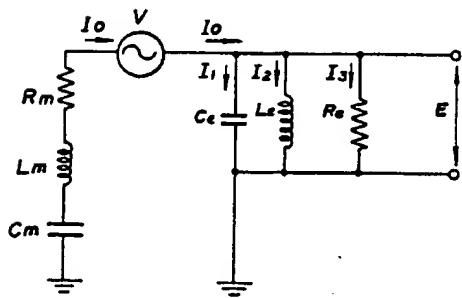
代理人 大岩増雄

第1図

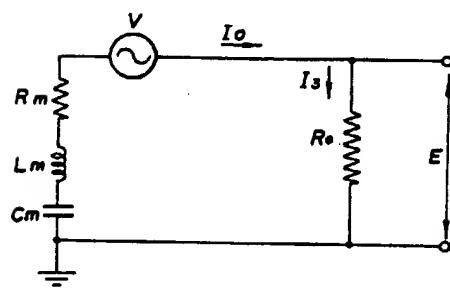


1…圧電素子  
8…負荷抵抗  
11…コイル

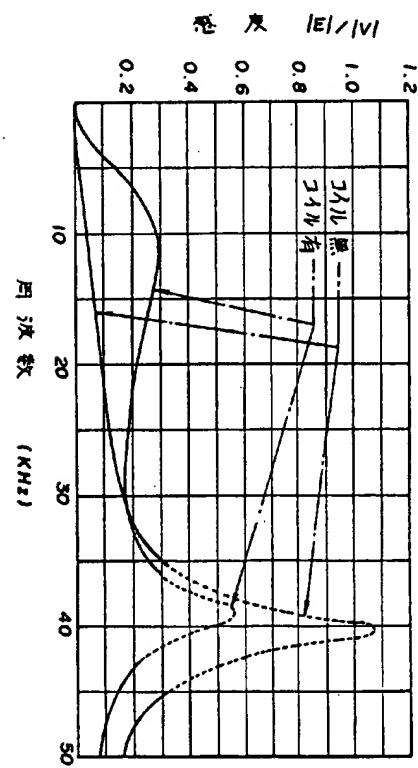
第2図

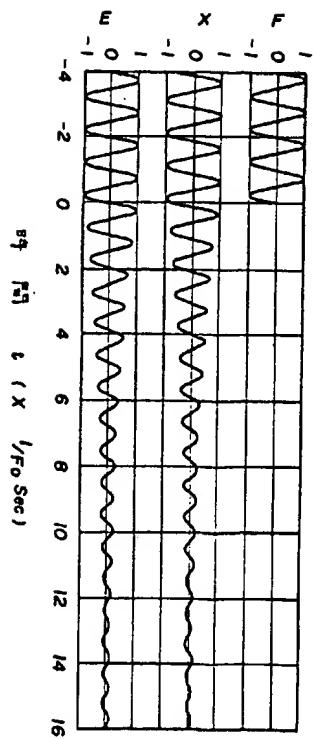


第3図

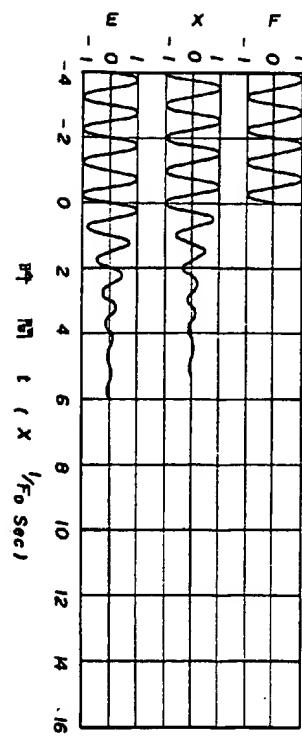


第4図

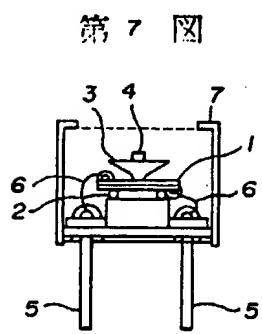




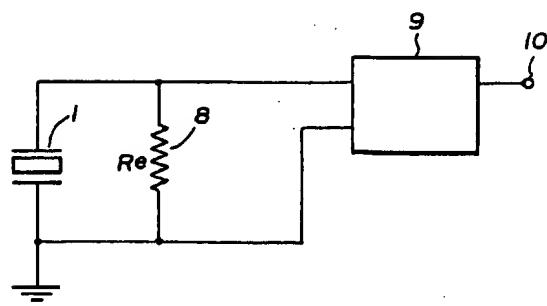
第 5 図



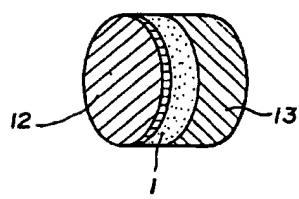
第 6 図



第 8 図



第 9 図



## 手 続 拡 正 書 (自発)

昭和 53 年 1 月 25 日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

特願昭 62-45645 号

## 2. 発明の名称

圧電型変換器

## 3. 拡正をする者

事件との関係 特許出願人  
 住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
 名 称 (601) 三菱電機株式会社  
 代表者 志岐 守哉

## 4. 代理人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
 三菱電機株式会社内  
 氏 名 (7375) 弁理士 大岩 増雄  
 (連絡先 03(213)3421特許部)

## 5. 拡正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄及び図面。

## 6. 拡正の内容

(1) 第9頁第8行の「最大値であり、」を「最大値により」と補正する。

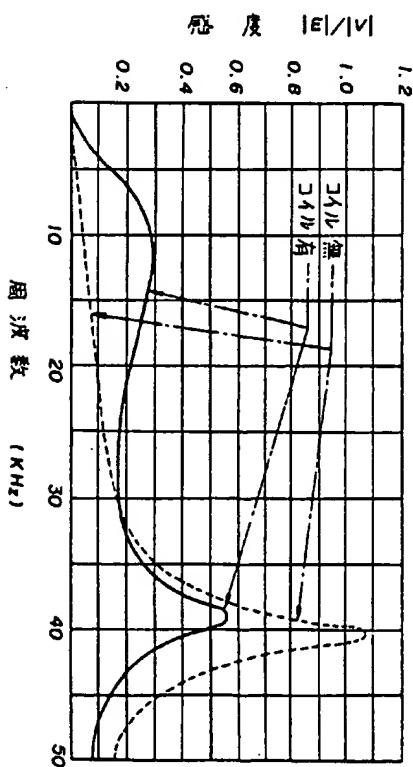
(2) 第4図～第6図を別紙のように補正する。

## 7. 添付書類の目録

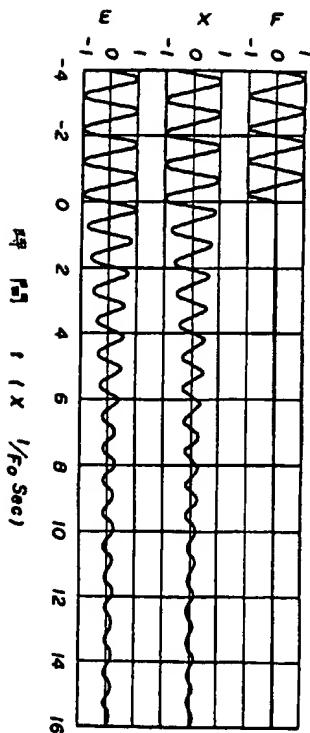
図 面

1 通

以 上



第 4 図



第 5 図

第 6 図

